

Woda jako środowisko życia bakterii

Podział oparty jest na zasoleniu:

- morskie (oceanografia)
- słodkowodne (limnologia)

Schemat klasyfikacji wód powierzchniowych pod względem składu wody oraz charakteru środowiska wodnego.

Wody powierzchniowe:

- płynące
- stojące
 - zbiorniki sztuczne
 - zbiorniki naturalne
 - morza i oceany
 - jeziora słone
 - jeziora lądowe
 - jeziora pochodzenia morskiego
 - jeziora słodkie
 - jeziora ze stałym odpływem
 - jeziora z sezonowym odpływem
 - jeziora bezodpływowe

Ekosystemy słodkowodne

lenticzne - stojące - jeziora, stawy, tereny podmokłe (bagna, błota, moczary, zalewiska)

lotyczne - płynące - rzeki, strumienie, źródła

Charakterystyka ekosystemów wodnych

Czynniki abiotyczne:

- temperatura
- światło
- stężenie tlenu
- ilość pierwiastków biogennych, w tym N i P

Czynniki biotyczne:

- struktura ekosystemu: skład zespołu mikroorganizmów, sukcesja sezonowa itd.
- funkcje ekosystemu: produktywność, szybkość rozkładu materii organicznej

Warstwy (epi-, meta-, hipolimnion) i **strefy** (litoral, sublitoral, profundal, oraz eu-, dys- i afotyczna)

1. O zasięgu warstw decydują procesy mieszania,
2. o zasięgu stref eu- i afotycznej- warunki dla przenikania promieni świetlnych (będące zwykle efektem trofii - stężenie zawiesin, barwa wody)
3. o zasięgu litoralu (jeśli za jego dolną granicę przyjmuje się zasięg występowania roślin) decyduje przenikanie światła;
 1. sublitoral jest strefą przejściową
 2. profundal - głębinową (poniżej litoralu), obejmującą dno (w zasadzie w obrębie hipolimnionu) i wody przydenne.

Gęstość wody w (g/cm^3) przy ciśnieniu 1atm.

Tabela, z której jedyne co musimy wiedzieć to, że przy 3,98C jest najwyższa, a przy -5C jest niższa niż przy 0C. Ponadto, im cieplejsza woda, tym mniejsza gęstość.

Zmiana temperatury -> zmiana masy cząsteczek wody -> przemieszczanie się cząsteczek wody

Procesy mieszania wód mają zasadnicze znaczenie dla obiegu materii w ekosystemie!!

Strefa umiarkowana:

Zima

- stratyfikacja zimowa (tzw. stratyfikacja odwrócona, uwarstwiona)
- woda lżejsza gromadzi się pod warstwą lodu
- woda najgęstsza gromadzi się na dnie (+4C)

Wiosna

- cyrkulacja wiosenna
- ogrzane wody na powierzchni do 4C; osiąga ona taką samą gęstość jak wody głębinowe
- zachodzi przemieszanie wody (np. dzięki podmuchom wiatru) tzw: krążenie, mieszanie, **miksja wiosenna**, cyrkulacja. Polega ona na krążeniu całej masy wód dzięki ich wyrównanej temperaturze i gęstości.

Lato

- warstwy głębinowe nagrzewają się i stają się lżejsze
- temperatura wody ulega zróżnicowaniu na górną ciepłą mieszaną wiatrem (warstwa powierzchniowa - epilimnion)
- warstwa głębinowa ma ok. 4C (jako najcięższa pozostaje na dnie). Warstwa powyżej hipolimnionu ma temperaturę wyższą.
- cyrkulacja letnia: mieszaniu ulega tylko warstwa powierzchniowa wód, lekkie cząsteczki wody na powierzchni nie mogą wnikać głębiej nawet przy silnym wietrze. Na pewnej głębokości temperatura wody spada - to miejsce nazywa się termokliną.
- [czyli mamy epilimnion, który ma jakąś grubość, i tam wodę 20-18C, która się miesza; potem skok termiczny (termoklina), i ostatecznie warstwę w okolicy dna, gdzie zimna woda zalega i się z niczym nie miesza]

Jesień

- jak wiosna - homotermia jesienna - całość ma 4C i się miesza

Temperatura w jeziorach dymiktycznych strefy umiarkowanej

Wykres, dwie krzywe - wstawić

Miksja - mieszanie się wód w jeziorach związane ze zmianami temperatury w cyklu rocznym (w różnych strefach klimatycznych)

Wyróżnia się następujące typy miktyczne jezior:

- amiktyczne - niemieszane (zbiorniki aktyczne, anarktyczne i wysoko w górach, pokryte cały czas lodem)
- meromiktyczne - mieszanie częściowe (mieszaniu ulegają warstwy powierzchniowe, a głębokie warstwy wody nigdy się nie mieszają np. ze względu na znaczną zawartość soli)
- holomiktyczne - okresowo całkowicie mieszane do dna:
 - oligomiktyczne - cyrkulacja raz na kilka lat np. w górskich jeziorach tropików, gdy występują nienormalnie niskie temperatury
 - monomiktyczne - mieszane 1 na rok
 - **dimiktyczne - 2x w ciągu roku w strefie umiarkowanej**
 - polimiktyczne - mieszane wielokrotnie w ciągu roku np. w górskich rejonach tropikalnych (gdzie temp. > 4C) oraz płytkich jeziorach strefy umiarkowanej

Tlen i temperatura:

Oligotrofia.

1. W zbiornikach oligotroficznym materia organiczna ulega rozkładowi już w epilimnionie (małe zapotrzebowanie na tlen)
2. światło może przenikać do hipolimnionu i umożliwić dopływ tlenu z fotosyntezy
3. wykres: z głębokością temp. spada, a stężenie tlenu rośnie

Eutrofia.

1. W zbiornikach bogatych w materię organiczną duża ilość tlenu jest zużywana na jej rozkład
2. tlen występuje tylko do pewnej głębokości epilimnionu
3. hypolimnion jest zaopatrywany w tlen tylko w okresach cyrkulacji (w dimiktycznym - 2x do roku)
4. wykres: i tlen i temp spadają od powierzchni do dna

Podział jezior ze względu na produktywność

Produktywność	mg C/m ² /d	N-nieorg (mg/l)	N-org (mg/l)	pierwiastki biogenne
ultraoligo	<50	<200	<200	ubogie
oligo	50-300	200-400	200-400	ubogie
mezo	250-1000	300-650	400-700	pośrednie
eu	>1000	500-1500	700-1200	bogate
hipereu	>5000	>1500	>1200	bogate

Oligo i eutrofia. Jak odróżnić?

J. oligotroficzne - CO₂ -> mat org. fotosynteza (???)

N:P = 50:1 (zamiast 16:1) - limitacja fosforem

J. eutroficzne - N:P = 3:1 - limitacja azotem

Głony C:N:P = 106:16:1 - tzw. stosunek Redfilda określa prawidłowy N:P = 16:1

Status troficzny jezior, TSI (Trophic State Index), wg. Carlson (1977) istnieje bezpośrednia zależność między:

- stężeniem P i zawartością chlorofilu (biomasa glonów)
- a klarownością wody (widzialność krążka Socchiego)

Wyjątki:

- jeziora, w których nie ma limitacji fosforem i azotem
- jeziora, w których woda jest naturalnie zabarwiona (np. humusem)

Status	TSI	chlorofil [ug/l]	P całkow. [ug/l]	widzialność kS
oligotrofia - wody czyste, tlen cały rok w hipolimnionie	<30	<0,95	<6	>8
mezo - wody wzgl. czyste, hipolimnion beztlenowy w lecie	40-50	2,6-7,3	12-24	4-2
eutrofia - hipolimnion beztlenowy cały rok	50-60	7,3-20	24-48	2-1
hipereutrofia - światło ogranicza produktywność, dużo glonów	70-80	56-155	96-192	0,25-0,5

TSI to zależność między stężeniem fosforu (TP) i zawartością (Chl) chlorofilu (liczba glonów) a klarownością wody:

$$TSI(TP) = 4,15 + 14,42 \ln (TP)$$

$$TSI(Chl) = 30,6 + 9,81 \ln (Chl)$$

System Kolwitza i Marssona

W wodach o różnym stopniu zanieczyszczenia występują tzw. gatunki wskaźnikowe. System K&M opiera się na obecności w wodach o różnym zanieczyszczeniu takich gatunków. Są to formy organizmów, które dominują nad innymi w biocenozie charakterystycznej dla poszczególnych stref saprobowych.

System ten wyróżnia następujące strefy saprobowe:

1. polisaprobową (największe zanieczyszczenie)
2. alfa-mezosaprobową (średnie)
3. beta-mezosaprobową (średnie)
4. oligosaprobową (wód czystych)

i wielka tabelka, której nie musimy umieć?

Typy bakterii w wodach słodkich

W zbiornikach słodkowodnych występują często gatunki z typu:

- proteobacteria
- Cytophaga-Flavobacterium-Bacteroides (Bacteroidetes)
- Actinobacteria
- Verrucomicrobia

Bakterie w zbiornikach słodkowodnych można podzielić na:

- wolnopływające i na agregatach organicznych
- w wodach
- w biofilmach
- w osadach dennych (odgrywające decydującą rolę w obiegu pierwiastków)

Gdzie odgrywają największą rolę?

Bakterie w zbiornikach słodkowodnych odgrywają największą rolę tam gdzie mikroorganizmy są przytwierdzone lub żyją na fazie stałej ponieważ są one 100 razy bardziej aktywne niż formy wolnopływające!!!

Drobnousroje występujące w wodach można podzielić na dwie grupy:

1. **Autochtoniczne** - czyli miejscowe (tubylcze): do nich zaliczamy te rodzaje i gatunki, dla których woda jest normalnym środowiskiem życia.
 1. Mikroflorę autochtoniczną wód stanowią przede wszystkim gatunki bakterii autotroficznych (foto- i chemosyntetyzujących)
 - o niektóre z nich są typowe dla wód polisaprobowych (Beggiatoa oraz Chromatium)
 - o w wodach oligosaprobowych występują bakterie żelaziste (Leptothrix, Gallionella, Crenothrix)
 2. do mikroflory autochtonicznej wód należą również gatunki bakterii z rodzaju Pseudomonas, Achromobacter, Spirillum, Spirochaeta, Vibrio, ...
 - o duża ruchliwość niektórych z nich sprzyja przebywaniu w środowisku ciekłym
 3. Mikroflorę autochtoniczną wód stanowią też niektóre grzyby z rodzaju Mucor, Leptomitus, Saprolegnia
2. **Allochtoniczne** - czyli naniesione, do nich zaliczamy rodzaje i gatunki, dla których woda

nie jest naturalnym środowiskiem i które są przynoszone do wód z gleby, powietrza i innych środowisk:

1. drobnoustroje allochtoniczne czasem mogą znaleźć w wodzie warunki odpowiadające dla swojego rozwoju i wtedy w tym środowisku prowadzą normalny tryb życia
2. gdy warunki są nieodpowiednie drobnoustroje takie mogą przetrwać w wodzie w formie wegetatywnej bądź przetrwalnikowej jedynie przez pewien okres czasu, różny dla różnych mikroorganizmów. Jeśli w tym okresie nie natrafią na warunki sprzyjające ich rozwojowi - giną.
3. drobnoustroje allochtoniczne to głównie organizmy heterotroficzne - saprofityczne i pasożytnicze (bakterie, wirusy, grzyby)
4. obecność i działalność bakterii w wodach związana jest z rozkładem substancji organicznych - białek i ich pochodnych, cukrowców, tłuszczowców oraz innych. Tak więc woda musi być:
 1. zanieczyszczona przez związki organiczne by mogły się rozwijać w niej drobnoustroje saprofityczne lub
 2. muszą być organizmy, na których mogą odpowiednie drobnoustroje pasożytować
 3. czy też wreszcie formy chorobotwórcze muszą dostać się do wody z chorego organizmu, a wtedy woda jest tylko ich przenośnikiem i to tylko w okresie, w jakim te zarazki mogą w wodzie utrzymywać się przy życiu

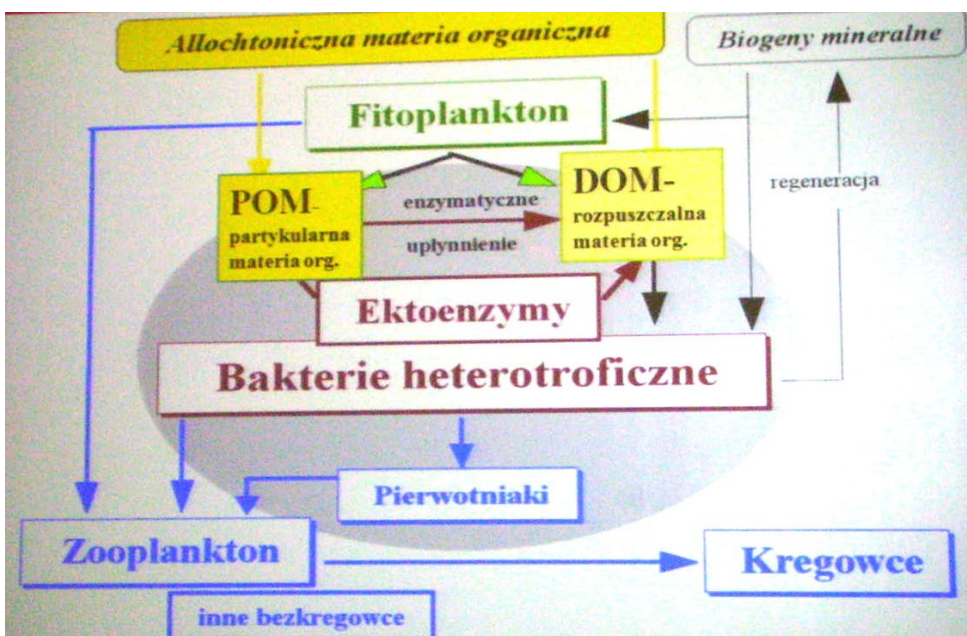
Bakterie i ich rola

Pętla mikrobiologiczna: Zespół procesów mikrobiologicznych odpowiedzialnych za transfer rozpuszczonej materii organicznej (auto i allochtonicznej) do wyższych poziomów troficznych.

Pętla realna - gdyby nie istniała pętla mikrobiologiczna to ogromne ilości DOM byłyby niedostępne dla wyższych pięt troficznych ekosystemów

W skład pętli mikrobiologicznej wchodzi:

- bakterie - 2300-6200 komórek
- glony - 5-10 kom.
- sinice - 3-10 kom.
- bakteriożerco - 3-4 kom.
- wirusy - >100000 cząstek
- orzęski - 1 sztuka szybko zjadana (!!?)



Oceany

70% powierzchni Ziemi

99% wód na Ziemi

Średnia głębokość - 3800-4000m

Maksymalna - ~11000m (Marianna Trench)

Średnie zasolenie - 35 promili

Temp. wody poniżej 200m wynosi 2-3C, czyli środowisko jest ciemne, zimne, z wysokim ciśnieniem).

Ocean - strefy głębokości:

Litoralna - woda podlega różnym fluktuacjom

Sublitoralna - poziom do 200m

Oceaniczna - poniżej szelfu kontynentalnego (poniżej 200m)

Pelagiczna - wody otwarte

Bentyczna - wody stykają się z osadem (szelf kontynentalny, równina abysalna (do 4000m) i regiony tzw. Hadesu (rowy, wulkany)

Stężenie jonów w wodzie oceanicznej:

Na - 10,8 g/l

Mg - 1,3

Ca - 0,4

K - 0,4

Cl - 19,4

SO₄ - 2,7

W wodzie słodkiej stężenie siarczanów nie przekracza < 0,3mM (tj. 264 mg/l)

Norma polska dopuszcza w wodzie pitnej 200 mg/l, unijna 250 mg/l

W wodzie morskiej siarczanów jest 28mM, czyli 2464 mg/l. Z tego względu woda morska jest szkodliwa dla zwierząt i ludzi.

Czynniki abiotyczne oceanu.

W oceanach (z powodu głębokości) występują mniejsze niż w jeziorach fluktuacje czynników abiotycznych:

- temperatury
- światła
- stężenia tlenu
- ilości pierwiastków biogennych

Oceany są termicznie stratyfikowane

- stała termoklina ~ 50m
 - brak mieszania wody zimnej z ciepłą
 - mała regeneracja pierwiastków biogennych z osadów do powierzchniowa
- Temperatura poniżej 200m wynosi od 0C do 3C.

Światło w oceanach:

- strefa fotyczna w pelagialu zmienia się od 0 do 200m
- strefa afotyczna w pelagialu jest poniżej 200m

Stężenie tlenu spada wraz z głębokością do minimalnego na głębokości ~1000m

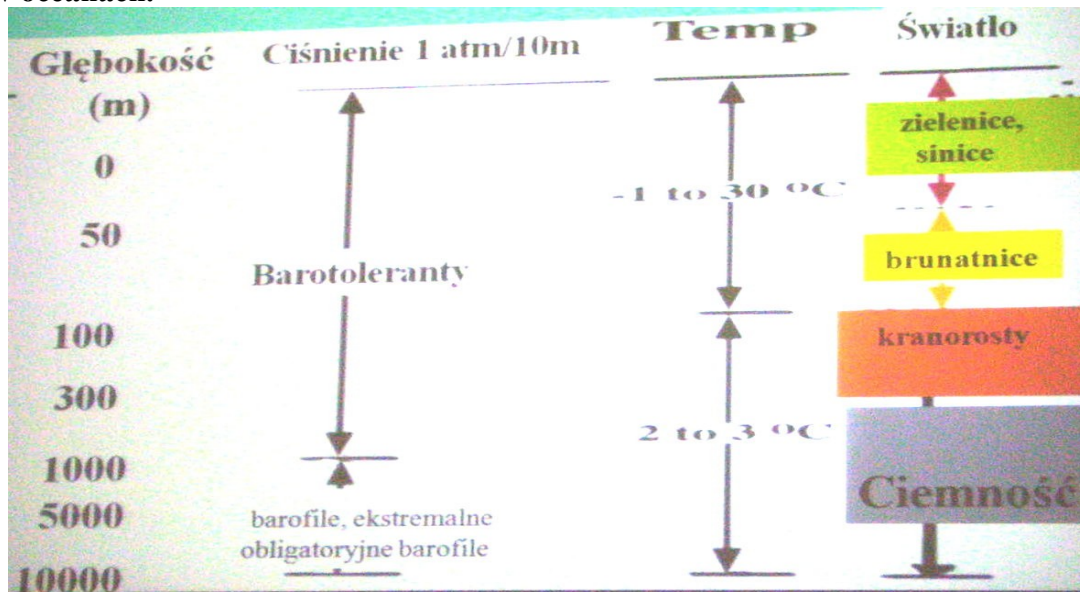
Stężenia azotu w otwartych przestrzeniach wód oceanu są bardzo niskie i w pionie od 0 do 200m

wynoszą $<0,03$ do $0,1\mu\text{M}$

Ponad 95% oceanów osiąga ekstremalnie niską produkcję pierwotną (na poziomie oligotroficznych jezior - podobnie do pustyni) $800\text{ kcal/m}^2/\text{rok}$.

Stężenie rozpuszczonego C-organicznego w wodach morskich zmienia się od $0,3$ do $1,5\text{ mg/l}$
Partykularny C-org. stanowi $1/10$ - $1/17$ stężenie C org. rozpuszczonego.

Życie w oceanach.



Sinice - w ekosystemach oceanicznych dominują następujące rodzaje sinic: *Synechococcus sp*, *Prochlorococcus sp*, *Crocospaera sp*, *Trichodesmium sp*. Są one odpowiedzialne za wiązanie CO_2 i N_2 .

Trichodesmium:

- wiążą jednocześnie CO_2 i N_2
- tworzą zakwity w otwartych przestrzeniach oceanu
- wymagają
 - temp. 21C
 - niskiego stężenia azotanów $<0,1\mu\text{M}$
 - dużej przejrzystości wody
 - małego zagęszczenia

Ryby bytują na obszarze wód oceanicznych nie większym niż 5% powierzchni, występują głównie w rejonach przybrzeżnych oraz strefach, gdzie obserwuje się wysokie tempo produkcji pierwotnej a łańcuch troficzny jest krótszy i znacznie sprawniejszy (rafy koralowe i strefa tropikalna)